

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **62074188 A**

(43) Date of publication of application: **04.04.87**

(51) Int. Cl

**G06K 9/46**

**G06F 15/347**

**G10L 3/00**

**G10L 9/16**

(21) Application number: **60212545**

(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**

(22) Date of filing: **27.09.85**

(72) Inventor: **MATSUURA HIROSHI**  
**HIRAI SHOICHI**

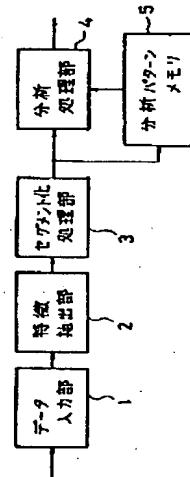
**(54) MAIN COMPONENT ANALYZER**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To easily analyze main components of plural data at a high speed by processing the calculation of a covariance matrix necessary for the main component analysis of plural data and the KL development of said matrix through a product sum calculation based on a power method.

**CONSTITUTION:** A sound signal inputted from a sound input part 1 is converted into an electrical signal and led to a feature extraction part 2. The feature parameter of the input sound pattern is led to a segment processing part 3, and segmented by every single syllable, for instance. An analysis processing part 4 analyzes obtained vowel and consonant patterns, and speedily processes the calculation of a covariance matrix necessary for the main component analysis of data and the KL development of the matrix through the product sum calculation based on the power method.

**COPYRIGHT:** (C)1987,JPO&Japio



## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭62-74188

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>G 06 K 9/46  
G 06 F 15/347  
G 10 L 3/00  
9/16

識別記号

3 0 1  
3 0 1

府内整理番号

6972-5B  
M-8320-5B  
B-8221-5D  
A-8221-5D

⑭ 公開 昭和62年(1987)4月4日

審査請求 有 発明の数 1 (全9頁)

⑮ 発明の名称 主成分分析装置

⑯ 特願 昭60-212545

⑯ 出願 昭60(1985)9月27日

⑰ 発明者 松浦 博 川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

⑰ 発明者 平井 彰一 川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

⑯ 出願人 株式会社 東芝 川崎市幸区堀川町72番地

⑯ 代理人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

## 明細書

## 1. 発明の名称

主成分分析装置

## 2. 特許請求の範囲

- (1) 複数のデータを入力する手段と、上記複数のデータの共分散行列を求める計算手段と、上記共分散行列をべき乗法に基く横和横算によりKL展開して、その固有値と固有値ベクトルを求める手段とを具備したことを特徴とする主成分分析装置。
- (2) 共分散行列の計算、およびKL展開は、マイクロプロセッサと横和横算を実行するハードウェアとにより、演算機能を分担して実行されるものである特許請求の範囲第1項記載の主成分分析装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔発明の技術分野〕

本発明は、多段のデータが持つ成分中の主成分を効果的に抽出することのできる主成分分析装置に関する。

## 〔発明の技術的背景とその問題点〕

工業製品のロット・部品の品質を評価したり、ユーザ、小売店、企業、学生、患者等の対象を評価する場合、これらの対象がどのような統計的分布に従っているかが分析される。

つまり、複数のデータに共通する成分を分析導出し、その本質的な情報を担う成分を求める云う主成分分析が良く行われる。

このような主成分分析は、理論的には多段のデータの共分散行列を計算し、その共分散行列に対するKL展開を行って、その固有値と固有ベクトルを求ることによって達せられる。

しかしして上記KL展開の手法として、ヤコビ法やハウス・ホルダー・スツルム法等が知られているが、上記ヤコビ法を用いた場合、計算手順は比較的簡単であるが、その計算量が膨大であると云う欠点がある。また上記ハウス・ホルダー・スツルム法を用いるには、計算手順が複雑であり、その装置化が難しいと云う欠点がある。

またその計算を高速に実行することも非常に困難であった。

## 【発明の目的】

本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、多數のデータの主成分を簡易に、且つ高速に分析することのできる主成分分析装置を提供することにある。

## 【発明の概要】

本発明は、多數のデータの主成分分析に必要な共分散行列の計算とそのK-L展開とを、べき乗法に基く積和演算によって高速に処理するようにしたものである。

## 【発明の効果】

かくして本発明によれば、べき乗法を基本とするK-L展開によって入力パターンの共分散行列の固有値と固有ベクトルとを求めるので、その固有値と固有ベクトルとが絶対値の大きいものから順に出現することになる。この結果、少數のパターンから、そのパターンの統計的変動を反映した成分を効果的に求めることが可能となる。しかも、マイクロプロセッサと積和演算を実行するハードウェアとにより、その演算処理を機能分担して実

- 3 -

タを求めるものであっても良い。

このようにして求められた入力音声パターンの特徴パラメータは、セグメント化処理部3に導かれ、例えば各単音節毎に切出される。この単音節の切出しあは、入力音声のパワーの変化を調べる等して行われる。

そして母音については、母音部のうちの1フレームを切出し、これを母音分析用パターンとしている。従って母音分析用パターンは、16チャンネルのバンド・バス・フィルタ出力からなる16次元の母音パターンとなる。

また子音については、子音から母音への渡りの部分を含む8フレームを切出し、これを子音分析用パターンとしている。従って子音分析用パターンは、前述した8チャンネルのバンド・バス・フィルタ出力を時間方向に8点サンプリングしたものとなるから、64次元の子音パターンとなる。

このようにして求められた母音パターン、および子音パターンに対する分析処理が、分析処理部4にて行われる。また前記母音パターン、および

行するので、簡易に、且つ高速にその主成分を求めることがでできる等の多大なる効果が奏せられる。

## 【発明の実施例】

以下、図面を参照して本発明の一実施例について説明する。

第1図は音声の主成分分析に適用した実施例装置の概略構成図である。

音声入力部1から入力される音声信号(データ)は、電気信号に変換されて特徴抽出部2に導かれる。この特徴抽出部2は、例えば16チャンネルのバンド・バス・フィルタ群からなり、16チャンネルのバンド・バス・フィルタ出力を母音分析用の特徴パラメータとして出力している。また特徴抽出部2は、上記16チャンネルのバンド・バス・フィルタ出力を隣接する2チャンネル毎にまとめ、8チャンネルの子音分析用特徴パラメータとして出力している。

尚、特徴抽出部2は、ケプストラム係数や相関分析によって求められる種々のパラメータの一部、またはその複数の組合せとして上記特徴パラメー

- 4 -

子音パターンは、それぞれ分析パターンとして分析パターン・メモリ5に順次格納される。そして、分析パターン・メモリ5に必要な数の分析用パターンが格納されたとき、これらのパターンを用いて上記分析処理部4によるデータの主成分分析が行われる。

この分析処理部4は、例えば第2図に示すようにマイクロプロセッサ部4aと、後述する専用ハードウェア部4bとからなる。そしてマイクロプロセッサ部4aと専用ハードウェア部4bとにその演算処理を割り当て、高速に分析処理を行うものとなっている。

つまり、データの主成分分析を行う共分散行列の計算処理、およびK-L展開処理において必要な、多くの積和演算処理を専用ハードウェア部4bにより、高速に行うものとなっている。

この分析処理について説明すると、先ず入力音声パターンの共分散行列Kは、その学習パターンを絶ベクトルSとしたとき、次のようにして求められる。

- 5 -

$$K = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M S_m S_m^t$$

尚、この分析パターン  $S_m$  は、子音パターンの場合、64次元の縦ベクトルとして与えられる。また母音パターンの場合には、18次元の縦ベクトルとして与えられる。

しかして共分散行列  $K$  は、 $M$  個の分析パターンについて、その縦ベクトル  $S_m$  と、この縦ベクトルを転置した横ベクトル  $S_m^t$  とを掛合わせて作成された行列の各成分を、上記  $M$  個の分析パターンに亘って平均化して求められる。従って共分散行列の要素数は、上記ベクトルの要素数の 2 乗となる。

尚、このような処理によって、そのカテゴリのパターン分布を反映した共分散行列を得るには、ある程度の量の分析パターンを必要とする。これ故、前述したように前記分析パターン・メモリ部 5 に所定数の分析パターンを予め蓄積しておくことが必要となる。

- 7 -

$$\begin{aligned} K^s u_0 &= K^s \left( \sum_{i=1}^n \alpha_i E_i \right) \\ &= K^{s-1} \left( \sum_{i=1}^n \alpha_i \lambda_i E_i \right) \\ &= \dots = \sum_{i=1}^n \alpha_i \lambda_i^s E_i \end{aligned}$$

となる。

ここで

$$|\lambda_1| > |\lambda_2| > \dots > |\lambda_r| > \dots > |\lambda_n|$$

$$K^s u_0 = \lambda_1^s [\alpha_1 E_1]$$

$$+ \sum_{i=2}^n \alpha_i \left( \frac{\lambda_1}{\lambda_i} \right)^s E_i$$

$$|\lambda_1| / |\lambda_i| < 1 \quad (i=2, 3, \dots, n)$$

であるから、 $S$  が十分大きくなると上式の第 2 項は “0” に収束する。故に、 $(K^{s+1} u_0)$  と  $(K^s u_0)$  との比が固有値  $\lambda_1$  となる。また上記  $(K^s u_0)$  は固有ベクトル  $E_1$  に比例する。

尚、上述した計算処理をそのまま実行すると、

- 9 -

しかる後、上述した如く求められた共分散行列にに対して、その固有値と固有ベクトルを求める処理が行われる。この固有値と固有ベクトルが前記複数のデータにおける主成分となる。

この主成分分析は、上記共分散行列を  $K L$  展開することによって行われるが、本装置では、特にべき乗法による  $K L$  展開によって、その標準パターンを求めるようしている。

今、共分散行列  $K$  が、固有値  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  を持ち、これに対応する固有ベクトル  $E_1, E_2, \dots, E_n$  を持つものとする。

この場合、その任意ベクトル  $u_0$  は、上記固有ベクトル  $E_1, E_2, \dots, E_n$  の線形結合として、

$$u_0 = \sum_{i=1}^n \alpha_i E_i$$

として表される。

しかし、

$$K E_1 = \lambda_1 E_1$$

なる関係が成立することから、

- 8 -

その計算途中でスケールアウトする可能性が高い。そこで  $u_0$  を任意のベクトル、例えば単位ベクトルとし、

$$v_{s+1} = K u_s$$

$$u_{s+1} = v_{s+1} / b_{s+1} \quad (s=0, 1, 2, \dots)$$

とする。ここで  $b_{s+1}$  はベクトル  $v_{s+1}$  の絶対値が最大の要素である。

このとき、

$$\begin{aligned} u_{s+1} &= v_{s+1} / b_{s+1} = K u_s / b_{s+1} \\ &= K v_s / (b_{s+1} b_s) \\ &= \dots = K^{s+1} u_0 / (b_{s+1} \dots b_s) \end{aligned}$$

となるので、これから

$$\lambda_1 \approx b_{s+1}, \dots, \lambda_1 \approx u_{s+1}$$

それぞれ求めることが可能となる。

しかしてこのようにしてその絶対値が最大の固有値  $\lambda_1$  と固有ベクトル  $E_1$  とを求めたら、その絶対値が次に大きい固有値  $\lambda_2$  と固有ベクトル  $E_2$  とを求める。

ここで

$$K' = K - \lambda_1 E_1 E_1^t$$

- 10 -

を考えると、

$$E_1^T E_1 = 0 \quad (1=2, 3, \dots, n)$$

より、

$$\begin{aligned} K' E_1 &= K E_1 - \lambda_1 E_1 E_1^T E_1 \\ &= \lambda_1 E_1 - \lambda_1 E_1 = 0 \\ K' E_1 &= K E_1 - \lambda_1 E_1 E_1^T E_1 \\ &= \lambda_1 E_1 \quad (1 \neq 1) \end{aligned}$$

となるので、上記  $K'$  は

$$\begin{aligned} |\lambda_2| > \dots > |\lambda_r| > \dots \\ \dots > |\lambda_0| > 0 \end{aligned}$$

なる固有値を持つことがわかる。尚、ここでは  $\lambda_1$  は正規化されているものとしている。

このような処理は、前記共分散行列を

$$K' = K - \lambda_1 E_1 \dots$$

のように変換した  $K'$  に対して、上述した処理を繰返し実行することにより達せられる。この処理によって、順次絶対値の大きい固有値と、それに対応する固有ベクトルとを、固有値の大きいものから順に求めることが可能となる。

しかしてこの処理は、次のようにして実行する

- 11 -

掛算を上記面数を “2” ずつ増やしながら繰返し実行しても、その収束条件が満たされないと、上記面数が最大の反復回数に達したことを見定して、その処理を打切る為に行われる。

尚、収束のチェックは、上記掛算を 2 回行って双方のベクトル、およびベクトルのよその絶対値の最大値を使って行うので、その反復回数は 2 回ずつ増える。またこの掛算を 1 回ずつを行い、前回のベクトルおよびベクトル要素の最大値を使って毎回収束チェックを行うようにしても良い。

しかる後、次のステップ c における積和演算を行う為の初期ベクトルとして、例えば

$$E_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}$$

の如き単位ベクトルを初期設定する。

このような初期設定が完了した時点で、前記専用ハード・ウェア部 7b により、共分散行列  $K$  とベクトル  $E_1$  との掛算を行い、ベクトル  $E_2$  を求め

- 13 -

ことができる。第 3 図は上述した計算アルゴリズムの具体例を示すものである。

尚、ここでは固有値の絶対値の大きいものから順に求めているので混合類似度法による標準パターンを求めるのに都合が良いが、負の固有値を削除すれば、混合類似度法による標準パターンを効果的に求めることも可能となる。

次に第 8 図に示す  $K$  展開の流れについて説明する。

この  $K$  展開の処理は、前述したマイクロプロセッサ部 7a と専用ハードウェア部 7b により、その処理機能を分担して行われる。

ここでは先ず前記マイクロプロセッサ部 7a にて、固有値最大の固有ベクトルを求めるので、面数の初期値を “1” とする (ステップ a)。この面数の設定は、面数が所定数になるまで演算処理を行う為の初期設定である。

しかる後、専用ハードウェア部 7b にて演算処理の初期反復回数の設定を行う (ステップ b)。この反復回数の設定は、共分散行列とベクトルとの

- 12 -

る (ステップ c)。

しかし、ここで求められるベクトル  $E_2$  は、ベクトル  $E_1$  が 16 ビット、共分散行列  $K$  が 15 ビットに制限されていることから、35 ビット以内に収まるようになっている。つまり次のステップ c での共分散行列  $K$  とベクトル  $E_2$  との乗算を行う為に、上記ベクトル  $E_2$  を 16 ビットに納めることが必要であり、次のような処理を施している (ステップ d)。

即ち先ず、35 ビットで示されるベクトル  $E_2$  の上位 16 ビットを取り出し、該ベクトル  $E_2$  の各要素のうちで絶対値が最大となる要素を調べる。その要素の最大値を用いて、後述する第 4 図に示すシフタ 19 を用いて、その絶対値の最大値  $\lambda_2$  が、例えば

“588870911” 以下となるようにし、その結果を ALU 24 に導くようとする。

一方、 $\lambda_2$  が零または正の場合には

$$\lambda_2 / 82787 + 1$$

なる値を、また上記  $\lambda_2$  が負の場合には、

- 14 -

λ2 / 82787 - 1

なる値を求め、この値で前述したベクトル  $E_1$  の各要素を  $A_L U_{24}$  にて割算ししている。このような処理によって前記ベクトル  $E_2$  の各要素の最大値がほぼ "82787" (82787 以下) になるように正規化処理される。尚、 $\lambda_2$  は、固有値に比例するので、この  $\lambda_2$  から固有値を得ることも可能である。しかし、混合類似度や複合類似度にあっては、相互の比率が問題となるだけなので、固有値そのものを求める必要はない。

このような正規化処理を経て、前述したステップ c と同様にして共分散行列  $K$  とベクトル  $E_2$  との掛算を行い、ベクトル  $E_1$  を求める (ステップ e)。そして前記ステップ d における処理と同様にして、ベクトル  $E_1$  の絶対値の最大の要素を求め、これを  $\lambda_1$  とした後、上記  $E_1$  を正規化処理する (ステップ f)。

しかして次に前記ベクトル  $E_1, E_2$  の収束の程度をチェックし (ステップ g)、収束条件が満足される場合には、共分散行列  $K$  とベクトル  $E_1$  の掛

- 15 -

して求める。そしてこの  $S_A$  の値と  $\lambda_2$  の絶対値に基づく所定の閾値とを比較し、

 $S_A \geq \lambda_2 \cdot \gamma$ 

場合には収束せず、また

 $S_A < \lambda_2 \cdot \gamma$ 場合に収束していると判定する。但し、 $\gamma$  は係数である。

このような 2 段階の収束条件チェックによって、前記ベクトル  $E_1, E_2$  の収束が判定される。

以上の一連の処理によってベクトル  $E_1, E_2$  の収束が確認されると、ベクトル  $E_1$  のノルムが計算される (ステップ h)。このノルムの計算は、先ず

$$(E_1) \begin{pmatrix} E_1 \end{pmatrix}$$

なる演算を行ってノルムの 2 級を求め、このノルムの 2 級値の平方根を求めることによって達せられる。このようにして求めたノルムの値を用いて前記ベクトル  $E_1$  を正規化し、そのノルムが各面

- 17 -

算処理を終了し、次のステップ i に移行する。また、ベクトル  $E_1, E_2$  が十分に収束していない場合には、その反復制限回数のチェックを行い (ステップ h)、前述したステップ c からの処理を繰返す。

尚、上記ベクトル  $E_1, E_2$  の収束のチェックは、具体的には次のようにして行われる。

即ち、 $\lambda_2$  の前回の値を  $\lambda_2$  としたとき、これらの値の差の絶対値と  $\lambda_2$  の絶対値に基づく所定の閾値とを比較して行われる。そして

$$|\lambda_2 - \lambda_2'| \geq \lambda_2 \cdot \beta$$

あるとき、これをベクトル  $E_1$  が収束していないと判定し、

$$|\lambda_2 - \lambda_2'| < \lambda_2 \cdot \beta$$

である場合には、収束条件を満していると判定する。但し、上記  $\beta$  は係数である。

しかしてこの第 1 の収束条件が満されたとき、次の収束条件に対するチェックが行われる。この第 2 の収束条件のチェックは、ベクトル  $E_2$  とベクトル  $E_1$  の各要素毎の差の絶対値の和を  $S_A$  と

- 18 -

で等しくなるようにする。このようにして求められたベクトルが、混合類似度法、あるいは複合類似度法における辞書となる。

しかる後、前記共分散行列  $K$  から上記ベクトル  $E_1$  の成分を除くべく

$$(K) - (K) - \frac{\lambda_1 (E_1) (E_1)}{(E_1) (E_1)}$$

なる計算を行う (ステップ k)。

その後、マイクロプロセッサ部 7a に戻って、前記共分散行列  $K$  の要素中の最大値を求め、その値を用いて該共分散行列  $K$  を正規化処理して、その固有値と固有ベクトルとを求める (ステップ k)。

この処理は、共分散行列  $K$  の要素の最大値を  $MAX_K$  として

$$ISCAL = 82787 / MAX_K \quad (\text{整数})$$

を計算し、共分散行列  $K$  に上記  $ISCAL$  の値を掛算する、つまり

$$(K) = (K) * ISCAL$$

を計算することによって達せられる。尚、上記

- 18 -

“82767”なる値は、16ビットで表現される正の最大の値であるが、求めようとする固有ベクトルの値によっては、15ビットで正の最大となる。

“18888”、或いはそれ以下の値を用い、共分散行列を制限するようにしても良い。

しかる後、ここで求められた固有値と固有ベクトルが、所定の面数に達しているか否かが判定され（ステップ得る）、所定の面数に達していない場合には、前述したステップ6からの処理を繰返すことになる。

以上のようにして、そのKL展開処理が、マイクロプロセッサ部7aと専用ハードウェア部7bの処理機能を使い分けて高速に実行される。

つまり、このKL展開にあっては、共分散行列Kと固有ベクトルSとの乗算計算量が非常に多い。例えばベクトルSの次元が64次元のパターンであり、その反復繰返し数を50回、求める固有値および固有ベクトルの数を7とすると、

$$64 \times 64 \times 64 \times 50 \times 7 = 81,750,400$$

回もの、膨大な乗算処理と加算処理が必要となる。

- 19 -

その基本演算は次の3つの動作からなる。

先ず第1の動作は、行列KとベクトルS1との積を求める処理である。

この処理は、メモリ18に格納された行列Kの内容をセレクタ18を介して積和回路18に読み出し、またメモリ14に格納されたベクトルS1の内容をセレクタ17を介して積和回路18に読み出すことによって行われる。この積和演算は、例えば行列Kの要素の1つを読み出し、ベクトルS1の要素を順に読み出してその積和処理を行ってベクトルS2の要素の1つを求め、これをメモリ16に格納する。その後、前記行列Kの次の要素を読み出し、ベクトルS1の要素を順に読み出してその積和処理を行ってベクトルS2の次の要素を求める。この処理を上記行列Kの各要素について、n回に亘って繰返し実行してベクトルS2を前記メモリ16に求めて終了する。

次に第2の動作は、ベクトルS1とSとの積を求める処理からなる。

この処理は、メモリ11に格納されたSの内容を

- 21 -

このような乗算処理と加算処理とを専用ハードウェア部7bにて実行することにより、マイクロプロセッサ部7aの処理負担を大幅に軽減し、その処理速度の高速化が図られている。

尚、このような専用ハードウェア部7bは、前記認識処理部4における認識処理計算回路と駆動することができる。換言すれば、前記認識処理部4における認識処理計算回路を利用して共分散行列の計算、および共分散行列のKL展開処理を行うことが可能である。従って、装置構成が複雑化することがない。

さて、第4図は上述した専用ハードウェア部4bの構成例を示すものである。

この専用ハードウェア部4bは、5つのメモリ11、12、13、14、15、1段目のセレクタ16、17、1段目の積和回路18、シフタ19、係數レジスタ20、2段目のセレクタ21、22、2段目の積和回路23、そしてALU24、レジスタ群25によって構成される。

この専用ハードウェア部4bは、前述したKL展開処理における基本演算処理を実行するもので、

- 20 -

セレクタ18を介して積和回路18に順次導き、メモリ14に格納されたベクトルS1の内容を積和回路18に順次導くことによって行われる。この場合にも、メモリ11、14のアドレス制御を行い、各要素について繰返し演算処理する。そしてその積和演算結果をシフタ19を通してALU24に格納して、この処理が終了する。

最後の第3の処理は、

$$(k) = (k) + \alpha \cdot (E1) \cdot (S)$$

なる演算式で示される処理である。この処理は、縦ベクトルE1と横ベクトルSとの積と、ベクトルKとの和を求めるものであり、先ず前記メモリ18に格納されたベクトルKの内容をセレクタ21を介して第2の積和回路23にプリロードしてから行われる。しかる後、メモリ14に格納されたベクトルS1の内容をセレクタ17を介して積和回路18に導き、メモリ11に格納されたベクトルSの内容をセレクタ18を介して順に積和回路18に導く。この処理も、各要素について繰返し実行する。

そして、その積和演算の結果を前記シフタ19か

- 22 -

らセレクタ22を通して第2の積和回路23に導き、また係数レジスタ20に格納された演算係数 $\alpha$ をセレクタ21を介して積和回路23に導く。そして上記係数 $\alpha$ の下で、該積和回路23にプリロードされている前記ベクトルKの内容と積和処理する。

即ち、前記各メモリ11、13、14の各アドレスをそれぞれ制御しながら、上述した積和処理を繰返し実行する。具体的には、メモリ14のアドレスを(0)から(n-1)まで変化される都度、メモリ11のアドレスを順にインクリメントし、該メモリ11のアドレスが(n-1)に達するまで繰返し計算処理する。尚、このときメモリ13のアドレスは、(0)から(n<sup>2</sup>-1)まで変化される。

以上の処理によって前述したKL展開に必要な積和演算が高速に実行される。

尚、このハードウェア部4bによれば次のような演算処理も高速に実行することができる。

その1つは、 $[\sum_{i=1}^n S_i^2]$ 、つまり $S_i$ の2乗

- 23 -

し、その計算結果を前記シフタ18を介してALU24に取込むことにより行われる。

そして3つ目は、

$$[\sum_{j=1}^n (\sum_{i=1}^n S_i \cdot \phi_{i,j})^2],$$

つまりベクトル $S_i$ とベクトル $\phi_{i,j}$ の積和の2乗和を求め、更にその総和を計算する処理からなる。

この処理は、メモリ11に格納されたベクトル $S_i$ をセレクタ17を介して積和回路18に入力し、且つメモリ12に格納されたベクトル $\phi_{i,j}$ をセレクタ16を介して積和回路18に入力する。そしてメモリ11、12に対するアドレスを制御してパラメータ1をインクリメントし、その積和演算をn回繰返す。これによって求められた値をセレクタ21、22をそれぞれ介して第2の積和回路23に入力する。そして、以上の処理をメモリ12におけるパラメータ1を更新しながらn回繰返して実行し、その演算結果を第2の積和回路23に得、これを前記

- 25 -

和を計算する処理である。

この計算処理は、メモリ11に格納された $S_i$ の内容を順次セレクタ16、17を介して第1の積和回路18に入力し、そのパラメータ1をインクリメントしながら $S_i$ の相互掛算をn回繰返し計算することによって行われる。この積和回路18にて計算された値は、シフタ18を介してALU24に与えることにより実現される。

またその2つ目は、

$$[\frac{1}{2^k} (\sum_{i=1}^n S_i)^2],$$

つまり $S_i$ の和の2乗を $2^{-k}$ (kは整数)で割算する処理である。

この処理は、メモリ11に格納された $S_i$ の内容をセレクタ16を介して積和回路18に入力すると共に、メモリ13に格納されている整数との値、例えば(1)をセレクタ17を介して積和回路18に入力する。そして積和回路18にて、これらの間の積和演算をパラメータ1の制御の元でn回繰返し実行

- 24 -

ALU24に格納して終了する。

尚、第4図において、レジスタ群25は、セレクタ16、17、21、22の切替え、シフタ18のシフト量、メモリのアドレス管理情報等を格納し、これを図示しない演算制御部に与えるものである。

以上本装置の構成と、その動作につき説明したように、本装置によれば多数のデータの主成分を簡易に、且つ高速な演算処理によって求めることができる。しかも、データの統計的分布を考慮して、その主成分を高精度に分析することができる。

また実施例に示すように、KL展開に必要な膨大な量の積和演算を専用のハードウェア回路によって効率良く、高速に実行することができる。

従って、装置自体の全体構成の簡素化を図ることができ、その低価格化を図ることが可能となる等の実用上多大なる効果が奏せられる。

尚、本発明は上述した実施例に限定されるものではない。ここでは音声データの主成分分析につき説明したが、他の種類のデータの主成分分析に対しても同様に適用可能である。要するに本発明

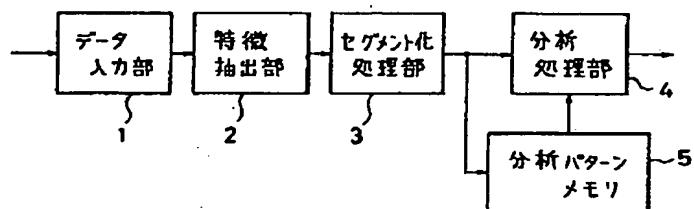
- 26 -

は、その要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

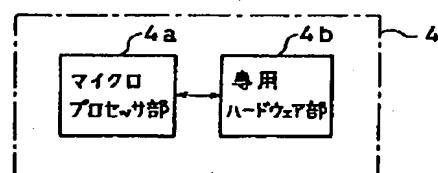
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例装置の概略構成図、第2図は分析処理部の構成例を示す図、第3図は共分散行列のKL展開処理の流れを示す図、第4図はKL展開処理に用いられるハードウェア回路の構成例を示す図である。

1…音声入力部、2…特徴抽出部、3…セグメント化処理部、4…分析処理部、5…分析パターンメモリ部、11, 12, 13, 14, 15…メモリ、16, 17, 21, 22…セレクタ、18, 28…積和回路、19…シフタ、20…係数レジスタ、24…ALU、25…レジスタ群。



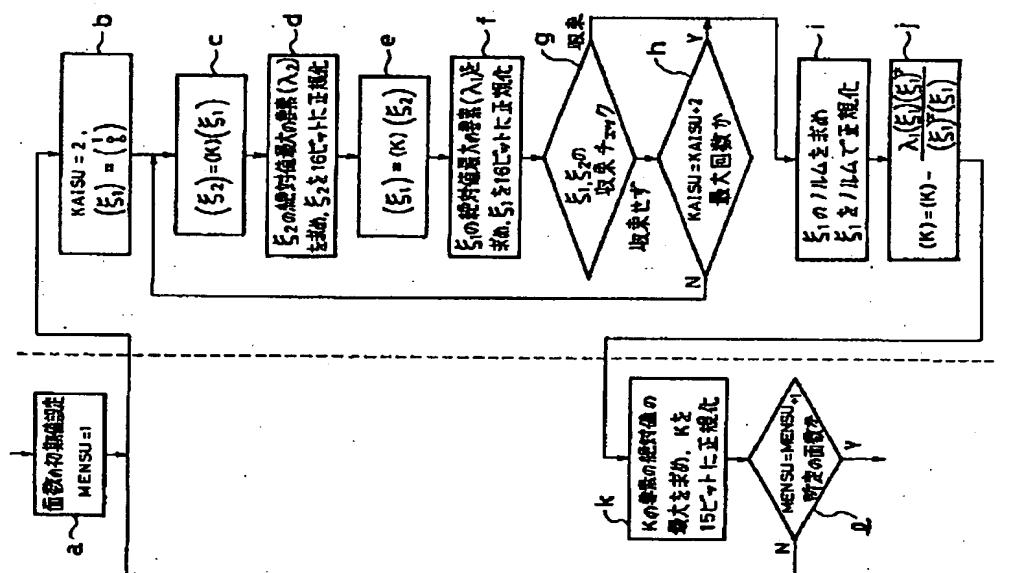
第1図



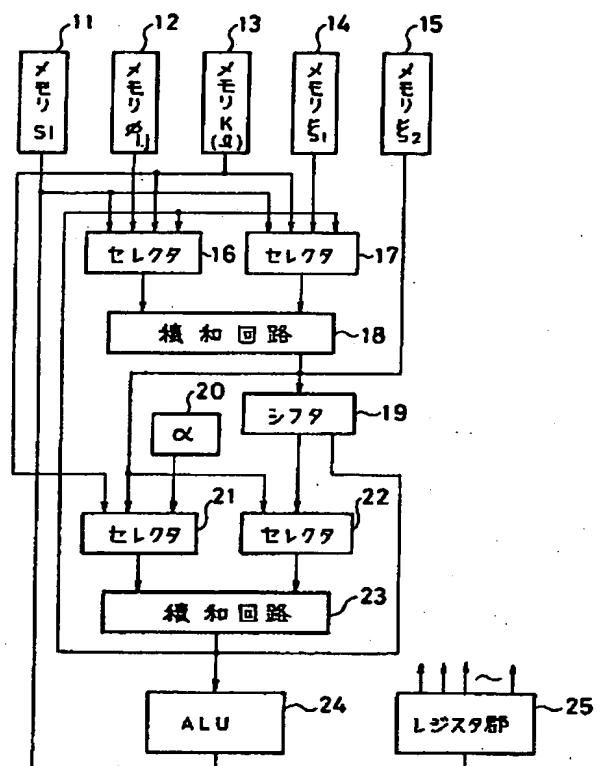
第2図

出願人代理人 弁理士 鈴江武彦

- 27 -



第3図



第 4 図